

高圧、高温環境下におけるバイオエタノールの熱分解吸熱反応、サルファアタック・コーキングの実験装置について

著者	東野 和幸, 杉岡 正敏, 塚野 徹, 山本 康平, 笹木 康平, 飯島 明日香
雑誌名	室蘭工業大学航空宇宙機システム研究センター年次報告書
巻	2013
ページ	70-72
発行年	2014-08
URL	http://hdl.handle.net/10258/00008832

高圧、高温環境下におけるバイオエタノールの熱分解吸熱反応，サルファアタック・コーキングの実験装置について

東野 和幸（航空宇宙機システム研究センター 教授）

杉岡 正敏（航空宇宙機システム研究センター 特任教授）

塚野 徹（航空宇宙システム工学専攻 博士後期 3 年）

山本 康平（航空宇宙システム工学専攻 博士前期 2 年）

○ 笹木 康平（航空宇宙システム工学専攻 博士前期 1 年）

飯島 明日香（航空宇宙システム工学専攻 博士前期 1 年）

1. はじめに

宇宙利用の活発化に向けて、環境適合性や再使用性に優れた新しい燃料としてバイオエタノール(BE)が注目されている。バイオエタノールは常温で液体であり、取り扱いが容易かつ毒性も有しておらず管理および運用コストを低減させられる可能性がある。また、植物等のバイオマスを原料として製造されているためカーボンニュートラルであることから、環境へ配慮した燃料である。しかし、バイオエタノールを燃料としたエンジンシステムの開発実績は少なく、実用化のためには燃焼特性、冷却特性、材料適合性等の基礎特性を解明する必要がある。

このうち冷却特性について、バイオエタノールはアルコール燃料であることから、高温にさらされた際、熱分解吸熱反応が進行し、その吸熱を機体やエンジンの冷却に利用することで冷却能力を向上できる可能性がある。さらに、適切な触媒により、吸熱量及び反応温度を制御できる可能性がある。

しかし、BE を冷却材として用いた場合、ロケットの高性能化(高燃焼圧化)に伴う冷却材の高温化によって、再生冷却溝表面へのコーキング(熱分解に伴う煤の析出)が生じ、冷却材と再生冷却溝表面間の熱伝達率の低下や再生冷却流路の下流に位置する推進剤噴射器流路の閉塞を招く恐れがある。そこで、BE を対象とし、実機環境を模した熱分解吸熱反応の詳細を解明することが重要である。

一方で、BE は植物由来であるために 1[ppm]程度の有機硫黄化合物を含有する。そのため、含有硫黄成分によりロケットエンジンの再生冷却溝材料に対する腐食（サルファアタック）が生じる恐れがある。再生冷却溝にサルファアタック(含有硫黄成分による腐食)が発生した場合、その金属材料の構造強度を低下させる。これらが原因となって再使用性(耐久性)や信頼性が低下する。そこで、サルファアタックについても実機環境を模した実験により詳細を解明することが重要である。

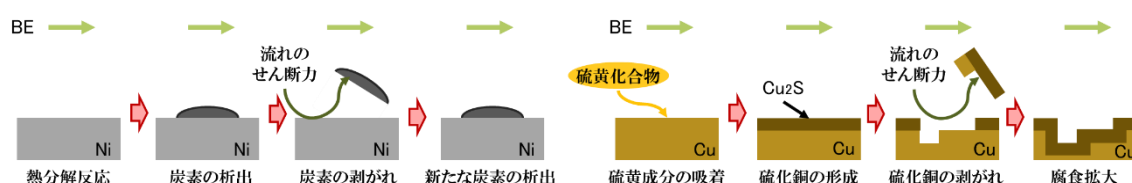


図 1 コーキング進行メカニズム

図 2 サルファアタック進行メカニズム

2. 実験装置, 実験内容

実機環境を模した環境において, 熱分解吸熱反応・コーキング・サルファアタックの特性を詳細に解明するために図3のような装置を検討, 製作している.

・熱分解吸熱反応

無触媒・各種触媒を使用した BE の加熱流通試験を行い, 供試流体の温度変化の取得および試験後の BE のサンプリングを行う. そして, 高温高压の動的環境における, 反応温度に対する吸熱量などの熱分解吸熱特性を検証する.

・サルファアタック, コーキング

実機における使用実績のある金属材料を配管とする供試体を製作する. また, サルファアタック・コーキング形成, 剥離の重要なパラメータとしては壁面温度, せん断力が挙げられる. しかし, サルファアタックの原理から, せん断力が効くのは堆積した硫化金属, 炭素の剥離に対してだと考えるため, 表面に硫化金属, 炭素が形成されるかの確認から行う.

表1 サルファアタック・コーキング分析項目

分析方法	分析項目
外観観察	供試体内表面外観の変化を観察
顕微鏡観察	光学顕微鏡と電子顕微鏡 (SEM) で供試体内表面を確認
EPMA分析	供試体内表面元素分布の変化を確認
XRD分析	供試体内部金属結晶構造の変化を確認

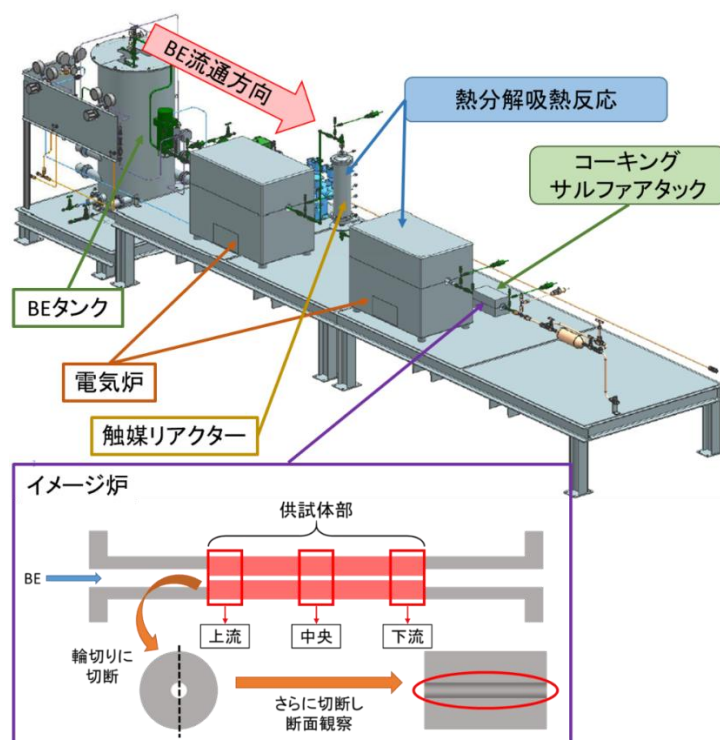


図3 高温・高压実験装置 イメージ図

3. 実験装置製作の進捗状況

現在, 実験の実施に向けて装置を製作中である. 図 4 は BEタンクの製作途中における写真である. なお, 本装置は JAXA 殿との共同研究としての位置づけである.

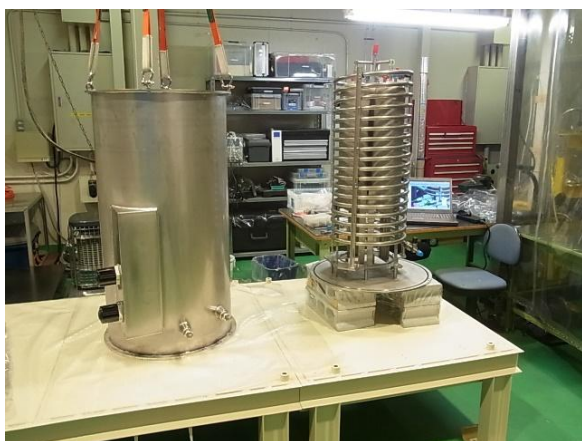


図 4 水タンク・BE タンク